

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 628+004.04/65

### СТРУКТУРА ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ БАЗИ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Бондаренко С.Г., Сангінова О.В., Моцна О.Ю., Степанов М.Б.

### СТРУКТУРА И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Бондаренко С.Г., Сангинова О.В., Моцна О.Ю., Степанов Н.Б.

### STRUCTURE AND DESIGN OF WATERBODIES QUALITY MONITORING SYSTEM

Bondarenko S., Sanginova O., Motsna O., Stepanov N.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», Україна  
[oksana.moonlight@gmail.com](mailto:oksana.moonlight@gmail.com)

**Анотація.** Розглянуто питання структури та принципів побудови інформаційної системи для аналізу якості води. База даних призначена для зберігання та обробки даних моніторингу за показниками забруднення води, що надходять з постійних та тимчасових пунктів спостережень і створюють єдину інформаційну базу показників якості води.

**Ключові слова:** база даних, інформаційна система, водні ресурси, моніторинг, дані спостереження, показники якості води

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы структуры и принципов построения информационной системы для анализа качества воды. База данных предназначена для хранения и обработки данных мониторинга по показателям загрязнения воды, поступающие из постоянных и временных пунктов наблюдений и создают единую информационную базу показателей качества воды.

**Ключевые слова:** база данных, информационная система, водные ресурсы, мониторинг, данные наблюдения, показатели качества воды

**Abstract.** The tasks of structure and design concept of an information system for water quality analysis are considered. The database is designed for storage and processing the water quality monitoring data, which come from the permanent and temporary stream stations and form a unified database of surface water quality indices.

**Keywords:** database, information systems, water resources, monitoring, monitoring data, water quality indices

#### Вступ

Вода є найважливішим природним ресурсом, без якого не можливе життя на планеті та функціонування галузей економіки. Джерелами водопостачання для задоволення питних і побутових потреб населення та функціонування різноманітних підприємств, установ та організації слугують різні водні об'єкти. Вибір джерел

водокористування ґрунтується на основі нормативів якості води і дозволів на водокористування [1, 2]. В залежності від специфіки потреб водовикористання, показники якості, за якими характеризують воду, можуть суттєво відрізнятись. Отже, збір, зберігання та аналіз даних водних об'єктів є важливою задачею.

### 1. Аналіз досліджень і публікацій

З метою раціонального використання водних ресурсів проводять їх облік та моніторинг. Головним завданням обліку є встановлення відомостей щодо кількості і якості вод, а також даних щодо водокористування, на основі яких здійснюють розподіл води між водокористувачами та розробляють заходи щодо раціонального використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів.

Моніторинг стану води та вмісту забруднювальних речовин у водних об'єктах здійснюють 6 суб'єктів моніторингу: МНС (Державна гідрометеорологічна служба), Мінприроди (Державна екологічна інспекція, Державна служба геології та надр), МОЗ (санітарно-епідеміологічна служба), Мінагрополітики та продовольства, Мінжитлокомунгосп, Держводагенство України та їх органи на місцях [3-6].

За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні мережею спостережень охоплено понад 170 річок та водосховищ і більше як 20 озер – спостереження здійснюються на 3245 відомчих постах. Крім того, постійний контроль за якістю зворотних вод, що надходять у водні об'єкти, виконують комунальні та промислові підприємства, які здійснюють очищення стічних вод. Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження за гідрохімічним станом вод на 374 створах у 240 пунктах спостережень на 151 водному об'єкті. На цій мережі отримують дані з періодичністю відбору проб 4–12 разів на рік за 46 показниками [3-7].

Проведений аналіз вказує на величезні масиви інформації, які необхідно не тільки отримати, а й зберігати. Вирішення таких завдань поліпшується в разі створення і застосування інтегрованих інформаційних систем, які повинні взаємодіяти між собою.

### 2. Постановка задачі

Головною метою роботи є розробка та технічна реалізація бази даних, яка надала би змогу оперативно заносити отримані дані, довготривало їх зберігати, виконувати обробку та аналіз цих даних та надавати доступ до бази даних у віддаленому режимі. Зібрана таким чином інформація може бути корисною для вироблення рекомендацій щодо керування водними об'єктами.

### 3. Результати досліджень

Інформаційною складовою комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу та прогнозування якості водних об'єктів є база даних, яка розглянута авторами в роботі [8], забезпечує не лише зберігання первинних дані про водний об'єкт, а й надає легкий доступ для отримання необхідної інформації, порівняння результатів та створення звітів.

Розглянемо структуру бази даних, що спроектована для роботи системи з метою моніторингу і прогнозування якості водних ресурсів другого контуру атомної електростанції.

Виходячи з задач створюваної комп'ютерно-інтегрованої системи, можна зазначити, що база даних повинна характеризуватись наступним чином:

- 1) за технологією обробки даних – централізована база даних;
- 2) за характером доступу до даних – база даних з віддаленим (мережевим) доступом;
- 3) за моделлю даних – реляційна база даних.

Знаючи всі характеристики об'єкту, запропоновано наступну структуру.

База даних складається з восьми таблиць для зберігання показників якості води WaterQuality\_ Mode1-8, що використовується в системі охолодження другого контуру атомної електростанції, та таблиці рекомендацій Recommendations щодо дій персоналу при порушенні нормального водного режиму. Кожна таблиця WaterQuality\_ Mode1-8 містить інформацію про роботу атомної станції в одному з восьми режимів:

WaterQuality\_Mode1 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі енергоблоку на потужності; WaterQuality\_ Mode2 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі реакторної установки в режимі «Зупинення для випробувань»; WaterQuality\_ Mode3 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі реакторної установки в режимі «Холодне зупинення»; WaterQuality\_ Mode4 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі реакторної установки в режимі «Зупинення для ремонту»; WaterQuality\_ Mode5 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі реакторної установки в режимі «Перевантаження палива»; WaterQuality\_ Mode6 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі реакторної установки в режимі «Гаряче зупинення»; WaterQuality\_ Mode7 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі реакторної установки в режимі «Напівгаряче зупинення»; WaterQuality\_ Mode8 – таблиця для зберігання показників якості теплоносія першого контуру при роботі реакторної установки в режимі «Мінімально контрольований рівень потужності».

Кожна з наведених вище таблиць має ключове поле – «DATE\_TIME», дані в якому представляються в форматі «ДД.ММ.РРРР ГГ:ХХ:СС». Решта полів таблиць несуть в собі інформацію про показники якості води в конкретний момент часу згідно вимогам [2]. Ці таблиці призначені для запису інформації, що надходить від контрольно-вимірювальних пристроїв другого контуру атомної електростанції, яка є об'єктом моніторингу. Таким чином, кількість записів в базі даних постійно збільшується.

Таблиця Recommendations являє собою список даних про порушення нормального якісного водного режиму електростанції та рекомендації щодо дій персоналу з нормалізації водного режиму. Дані цієї таблиці не змінюються при отриманні інформації від контрольно-вимірювальних пристроїв другого контуру атомної електростанції, отже інформація є статичною. Структура запропонованої бази даних представлена на рис.1.

На прикладі таблиці WaterQuality\_Mode1 розглянемо поля, з яких складаються таблиці WaterQuality\_Mode1-8:

DATE\_TIME – поле для занесення інформації про дату та час в форматі ДД.ММ.РРРР ГГ.ХХ.СС; Parameter1\_Name – поле для занесення назви показника, інформація про який занесена в поле; Parameter1\_CheckPoint1 – інформація про ділянку відбору проби води для визначення показника; Parameter1\_CheckPoint2 – інформація про точку відбору проби води для визначення показника; Parameter1\_Code – код показника в базі даних; Parameter1\_Units – одиниці вимірювання показника; Parameter1\_NValue – нормальне значення показника для даного режиму роботи

атомної електростанції; Parameter1\_Value – поточне значення показника; Parameter1\_Result – висновок за даним показником, рекомендації щодо нормалізації в разі відхилення від норми.

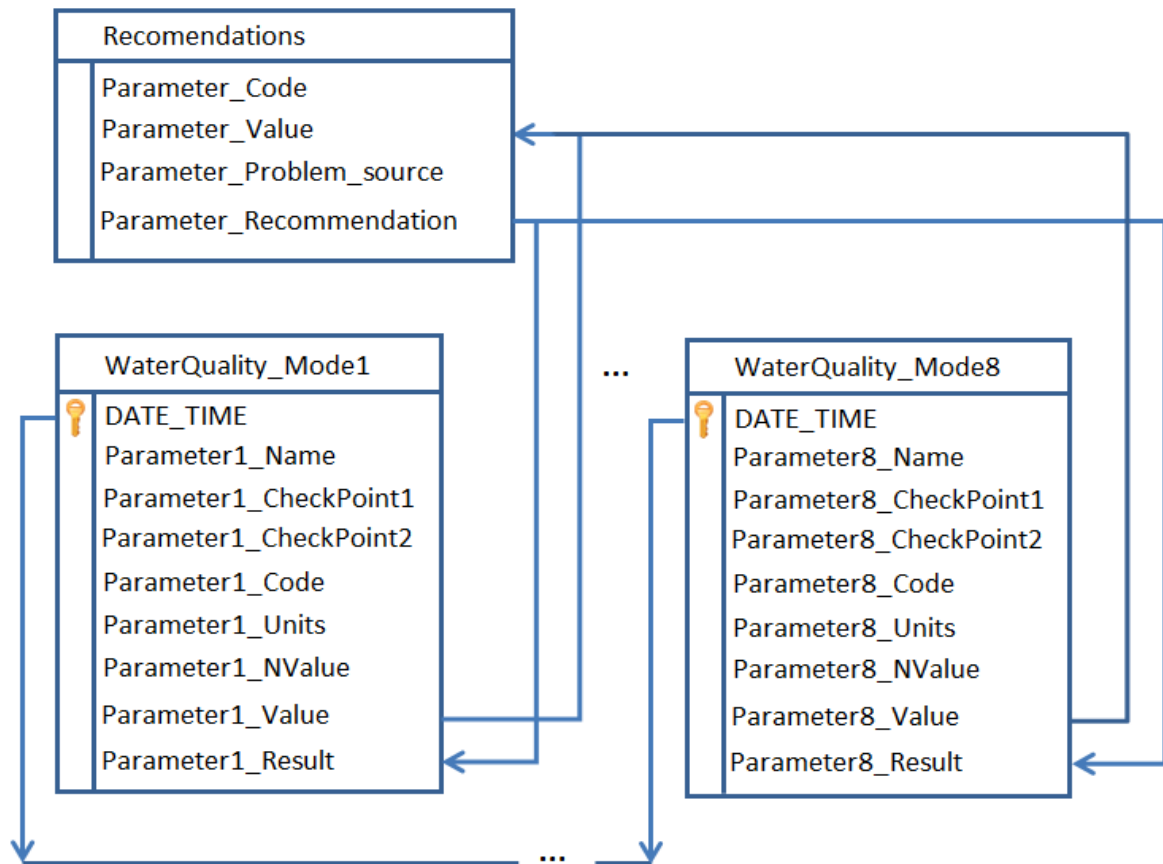


Рис. 1. Структура бази даних для роботи комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу та прогнозування якості водного режиму атомної станції

В свою чергу таблиця Recommendations має наступну структуру полів:

Parameter\_Code - код показника в базі даних; Parameter\_Value – граничні значення показника для застосування рекомендації;

Parameter\_Problem\_source – найімовірніші причини відхилення показника від норми, можливі наслідки при подальшому відхиленні;

Parameter\_Recommendation – рекомендації щодо дій персоналу в разі даного відхилення показника від нормального значення.

Звертання до таблиці Recommendations відбувається від таблиці WaterQuality\_Model1 тоді, коли поточне значення показника Parameter1\_Value не відповідає нормальному значенню даного показника Parameter1\_NValue. В такому разі за кодом показника Parameter1\_Code таблиці WaterQuality\_Model1 відбувається вибірка записів таблиці Recommendations і порівнюються значення Parameter1\_Value та Parameter\_Value. Рекомендації обираються з міркувань задоволення показником Parameter1\_Value умов, зазначених в Parameter\_Value.

В роботі комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу та прогнозування якості водних об'єктів розглядається два основних сценарії:

1) При отриманні поточних значень показників якості не було виявлено відхилень від норми – в такому випадку робота системи продовжується в фоновому режимі без виведення повідомлень для оператора клієнтської станції;

2) При отриманні поточних значень показників якості було виявлено відхилення від норми одного чи кількох показників якості – в такому випадку система звертається до таблиці Recommendations та формує вибірку рекомендаційної інформації щодо дій персоналу з приведення водного режиму до нормального. Ці рекомендації виводяться у вигляді інформаційного повідомлення в робочому інтерфейсі оператора клієнтської станції.

### Висновки

Проведено аналіз якісних показників якості води, що використовується в системі охолодження другого контуру атомної електростанції атомної електростанції та виділено показники, що є цінними для прийняття оперативних рішень та довгострокових прогнозів.

Запропоновано структуру бази даних, що специфікує комп'ютерно-інтегровану систему моніторингу та прогнозування якості водних об'єктів для роботи з атомними електростанціями. База даних дає можливість не тільки зберігати та переглядати інформацію, що отримана з контрольно-вимірювальних пристроїв енергоблоків, а й виконувати аналіз отриманої інформації на наявність показників водного режиму, що не відповідають нормальним умовам роботи охолоджувальної системи енергоблоку.

Розроблена база даних може бути взята за основу при розробці баз даних інших водних об'єктів з урахуванням їх специфіки.

### Література

1. *Гігієнічні вимоги до води питної*, призначеної для споживання людиною [Текст] : ДСанПіН 2.2.4-171-10 – ДСанПіН 2.2.4-400-10 – [Чинний від 2010-07-01]. – К. :Держспоживстандарт України, 2010. – 43 с.
2. ГНД 95.1.06.02.002-04 «Водно-химический режим второго контура атомных электростанций с реакторами типа ВВЭР. Технические требования к качеству рабочей среды. Коррекционная обработка гидразин-гидратом, морфолином, гидроокисью лития»[Текст]. – ГОСАТОМ Украины. 2004 - 22 с.
3. Мокін, В. Б. Інформаційна технологія проектування систем обробки даних спостережень якості вод: монографія/ В. Б. Мокін, А. Р. Ящолт, М. П. Боцула. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 203 с.
4. *Інформаційний портал Українського водного товариства* [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://waternet.ua/uk/> – Назва з екрану.
5. *Інформаційний портал Українського водного товариства* [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://waternet.ua/uk/> – Назва з екрану.
6. *Державна система моніторингу довкілля* [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.ecobank.org.ua/GovSystem/Pages/default.aspx> – Назва з екрану.
7. *Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами* [Текст]: учебное пособие/ И. М. Астрелин, Е. Герасимов, А. Гириль [и др.]; под ред. И. Астрелина и Х. Ратнавиры; Проект «WaterHarmony», 2015. – 614 с.
8. Бондаренко, С.Г. Застосування хмарних технологій для аналізу та прогнозування якості водних ресурсів / С.Г. Бондаренко, О.В. Сангінова, О.Ю. Моцна / Сборник трудов V международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов в области проектирования предприятий горно-металлургического комплекса, энерго- и ресурсосбережения, защиты окружающей природной среды (23-24 марта 2016 г. Харьков), С. 162 – 167.